

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-131154

(43)Date of publication of application : 18.05.1999

(51)Int.Cl.

C22B 9/16

C22C 38/00

C22C 38/18

F16C 33/62

(21)Application number : 09-291104

(71)Applicant : NIPPON SEIKO KK

(22)Date of filing : 23.10.1997

(72)Inventor : TAKEMURA HIROMICHI

MURAKAMI YASUO

MATSUMURA YOICHI

## (54) ROLLING BEARING FOR ENGINE AUXILIARY EQUIPMENT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a rolling bearing for engine auxiliary equipment capable of effectively preventing initial peeling therein caused by high vibration and high loads, furthermore suppressing the progress of its structural change at a high temp, and remarkably prolonging its service life.

**SOLUTION:** In a rolling bearing for engine auxiliary equipment used in such a manner that plural rolling elements are arranged between a fixed ring and a rotary ring, at least the fixed ring is the one produced by subjecting a steel for a bearing having an alloy comps. contg., by weight, 0.65 to 1.10% C, 0.1 to 0.50% Si, 0.2 to 1.1% Mn, 0.3 to 1.6% Cr, ≤150 ppm P, ≤50 ppm S, ≤15 ppm O, and the balance Fe with inevitable impurities to an electroslag remelting method or a vacuum arc remelting method, and, as the degrees of segregation of each component of C, P and S,  $Rc \leq 15\%$ ,  $Rp \leq 30\%$  and  $Rs \leq 50\%$  are respectively prescribed.

(51)Int.Cl.\*

C 22 B 9/16

C 22 C 38/00

38/18

F 16 C 33/62

識別記号

3 0 1

P I

C 22 B 9/16

C 22 C 38/00

38/18

F 16 C 33/62

3 0 1 Z

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全6頁)

(21)出願番号

特願平9-291104

(71)出願人

000004204  
日本精工株式会社

(22)出願日

平成9年(1997)10月23日

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(72)発明者

武村 治道  
神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号

(72)発明者

日本精工株式会社内  
村上 保夫

(72)発明者

神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号  
日本精工株式会社内

(72)発明者

松村 洋一  
神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号

(74)代理人

日本精工株式会社内

(74)代理人

弁理士 鈴江 武彦 (外5名)

(54)【発明の名称】 エンジン補機用転がり軸受

## (57)【要約】

【目的】 高振動・高荷重に起因する早期剥離を有効に防止し、かつ、高温下での組織変化の進行を抑制し、寿命を大幅に延長することができるエンジン補機用転がり軸受を提供する。

【構成】 固定輪と回転輪との間に複数の転動体を配置して用いられるエンジン補機用転がり軸受において、少なくとも固定輪が、C : 0. 65~1. 10重量%、S : 0. 1~0. 50重量%、Mn : 0. 2~1. 1重量%、Cr : 0. 3~1. 6重量%、P : 150 ppm以下、S : 50 ppm以下、O : 15 ppm以下および不可避的不純物元素を含み残部がFeからなる合金組成成分の軸受用鋼を、エレクトロスラグ再溶解法または真空アーク再溶解法により製造されたものであり、C, P, S の各成分の偏析度としてRc ≤ 15 %, Rp ≤ 30 %, Rs ≤ 50 %とそれぞれ規定される。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 固定輪と回転輪との間に複数の転動体を配置して用いられるエンジン補機用軸がり軸受において、少なくとも固定輪が、C:0.65~1.10重量%、Si:0.1~0.50重量%、Mn:0.2~1.1重量%、Cr:0.3~1.6重量%、P:150ppm以下、S:50ppm以下、O:15ppm以下および不可避の不純物元素を含み残部がFeからなる合金組成成分の軸受用鋼を、エレクトロスラグ再溶解法または真空アーケ再溶解法により製造されたものであり、C、P、Sの各成分の偏析度としてRC≤15%、Rp≤30%、Rs≤50%とそれぞれ規定されることを特徴とするエンジン補機用軸がり軸受。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、高振動、高荷重、高温が作用するオルタネータ、電磁クラッチ、中間ブリーリ等のエンジン補機用軸がり軸受に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来から軸がり軸受の寿命向上を目的として軸受材料中に含まれる介在物の低減化がなされている。軸受材料には例えばアルミナのような酸化物系介在物が生成されやすいが、これを低減化するためには鋼中の酸素含有量を減らすことが最も有効とされている。

【0003】 近年、軸受材料を溶解する手段として真空脱ガスでの取錠精錬法（LF）が導入され、従来からの選択法により製造される材料（IC）に代わって、連続铸造法によって製造される材料（CC）が採用されるようになった。この連続铸造法では、軸受鋼中に含まれる炭素の濃度が高いために、鋼の凝固開始から凝固完了までの間の温度差が大きくなり、鋸塊の中心部にC、Cr、Mn、P、Sなどの元素が過化偏析し、これが転がり寿命の低下の原因となっていた。

【0004】 このため、近時、中心偏析、介在物の浮上、凝固組織の安定などの品質を向上させるために、軸受材料を溶解する手段としてエレクトロスラグ再溶解法（ESR法）や真空アーケ再溶解法（VAR法）、真空誘導溶解法（VIM）、プラズマアーケ溶解法（PAM）、電子ビーム再溶解法（EBR）などが開発されている。

【0005】 これらの研究報告の一例として、「NSKテクニカルジャーナルNO. 652(1992) p1~8; 長寿命・高信頼性軸受鋼(以下、EP鋼という)」があげられる。この先行文献の表2および図8~図10では從来材、真空溶解材、EP鋼の画像解析結果を比較している。これによればEP鋼が他の溶解材より清浄度において優れており、同文献の図11と図12では酸化物系介在物の総量と大型介在物を低減することにより、EP鋼では從来鋼より寿命を大幅に延長することが報告されている。例えば、高荷重の6206クリーン試験で

は、L<sub>10</sub>寿命が從来鋼より約5倍以上延長している。同様にESR材、VAR材に関してもL<sub>10</sub>寿命が2~3倍程度に延長できる。

【0006】一方、自動車の小型・軽量化に伴い、エンジン補機類にも小型・軽量化と共に高性能・高出力化が求められ、エンジンの作動時にあたって、例えばオルタネータ用の軸受には、使用条件が從来より厳しい高速回転に伴う高振動、高荷重（重力加速度で4G~20G位）がベルトを介して同時に作用し、かつ、高温条件下（約90~130°C）で使用されている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 このような高振動、高荷重、高温の厳しい環境下では、従来の軸受鋼は、特に固定輪である外輪軌道輪負荷層の最大せん断応力位置近傍に白色組織変化が発生し、この白色組織が起点となり、軸受設計寿命の約1/5~1/20で早期はくりを生じてしまう。このようにエンジン補機類に用いられる軸がり軸受は、その寿命が短期間で尽きてしまうことが問題となっていた。

20 【0008】 特開平5-255809号公報は、軌道輪の早期はくり対策として、C含有量を低下させ、更に、主に2~5%Crによる炭素原子の拡散効果により、有害な白色組織変化の生成を防止して転動寿命を向上させ、Al、Nb及びNiによりオーステナイト結晶粒の粗大化を防止することが有効であることを開示している。

【0009】 ここで、このエンジン補機用軸受の早期剥離を防止する対策として、「SAEテクニカルペーパー：SAE950944（開催日1995年2月27日~3月2日）」の第1~第14項には、オルタネータ用軸受の疲労メカニズムを解明し、軸受材料に超高清淨軸受鋼を使用することなく、封入グリースをEグリースからダンパー効果の高いMグリースに変更することにより、このMグリースで高振動、高荷重を吸収して、軸受外輪の早期はくりを防止する技術が開示されている。

【0010】 本発明は上記の課題を解決するためになされたものであり、高振動・高荷重に起因する早期剥離を有効に防止し、かつ、高温下での組織変化の進行を抑制し、寿命を大幅に延長することができるエンジン補機用軸がり軸受を提供することを目的とする。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】 本発明者は高振動、高荷重、高温の厳しい環境下で使用されるエンジン補機用軸がり軸受の早期剥離につき次のように種々検討を重ねた。例えば特開平5-255809号公報には、A1、Nb、Ni、V、Moなどの高級元素を添加し、オーステナイト結晶粒度を11番程度とすることにより、早期剥離を防止することが開示されている。本発明者は、そのような組成の軸受鋼供試材につき試験し、オーステナイト結晶粒度で9番程度までが確認されたが、これでもなお軸受の寿命は十分ではないことが判明した。

3

【0012】また、本発明者は、固定輪の早期はくり対策として、使用軸受に超高清浄度鋼であるS U J 2 E P鋼を用い、材料面から検討を重ねた結果、上記使用条件下（高振動・高荷重・高温）において従来の材料と比較して2～3倍の長寿命が得られることが判明した。しかし、将来的な使用環境の悪化を考慮すれば、更に長寿命の軸受を提供する必要がある。そこで、本発明者は鋭意研究の結果、下記構成の発明を完成させるに至った。

【0013】本発明に係るエンジン補機用転がり軸受は、固定輪と回転輪との間に複数の転動体を配置して用いられるエンジン補機用転がり軸受において、少なくとも固定輪が、C : 0. 65～1. 10重量%、S 1 : 0. 1～0. 50重量%、Mn : 0. 2～1. 1重量%、Cr : 0. 3～1. 6重量%、P : 150 ppm以下、S : 50 ppm以下、O : 15 ppm以下および不可避の不純物元素を含み殻部がEからなる合金組成成分の軸受用鋼を、エレクトロスラグ再溶解法または真空アーク再溶解法により製造されたものであり、C、P、Sの各成分の偏析度として $C \leq 15\%$ 、 $P \leq 30\%$ 、 $R_s \leq 50\%$ とそれぞれ規定されることを特徴とする。

【0014】本発明においては、Pを150 ppm以下、Sを50 ppm以下、酸素を15 ppm以下からなる軸受用鋼を、エレクトロスラグ再溶解法または真空アーク再溶解法により溶解し製造することにより、C、P、Sの成分偏析を少なくし、炭化物を微細に均一分散させ、また介在物を低減させ、均一なマトリックス組織とすることができる。すなわち、C偏析度を1.5%以下、P偏析度を3.0%以下、P偏析度を5.0%以下（C、P、Sの偏析度に関しては後述する）と規定し、スラグ精錬による脱硫、介在物の低減、横層凝固による偏析の低減、鋼塊の緻密化が可能となり、熱処理後の炭化物を微細均一に析出させ、PやSなど偏析が少ない良好なマトリックス組織が形成される。このため、本発明の軸受は、高振動・高荷重に起因する早期剥離が防止され、かつ、高温状態（90～130°C）においてもC偏析が少ないと白色組織変化の進行が抑制されるので、その寿命が大幅に延長される。

【0015】本発明の軸受は、上記のように、通常のクリーン耐久試験においてはE S R材、V A R材はE P鋼より長寿命効果を有することはないが、エンジン補機用軸受に作用する高荷重・高振動・高温に関しては、C、P、Sの成分偏析が少なく微細な炭化物が析出させたマトリックス組織をもつE S R材、V A R材は、衝撃的な応力を均一なマトリックス組織により緩和し、高温に伴う組織変化の促進を抑え、転がり寿命を向上させるものである。

【0016】本発明の軸受は、エレクトロスラグ再溶解法、および真空アーク再溶解法により製造される。E

40

S R法やV A R法の代わりとして真空誘導溶解法（V I M）、プラズママーク溶解法（P A M）、電子ビーム再溶解法（E B R）などの他の溶解製造方法も考えられるが、これらの特殊製鋼溶解設備は高コストであるため実用的ではない。

【0017】次に、本発明における軸受鋼の組成を上記範囲とした理由につき各成分ごとに説明する。

1) C : 0. 65～1. 10重量%

Cは転がり軸受として要求される硬さを付与する元素で、あるが、0. 65%未満だと、転がり軸受として要求される硬さHRC 5.0以上を確保できない場合があり、一方、1. 10%を超えて含有せると、巨大炭化物が生成し易くなって、均一なマトリックス組織の生成が困難となり、疲労寿命及び衝撃荷重が低下する場合があるので、C = 0. 65～1. 10%とした。

2) S i : 0. 1～0. 50重量%

S iは、転がり疲労下にて見られる白色組織変化の遅延効果、及び焼入れ性を向上させる元素であるが、0. 1%未満では脱酸効果が十分ではなく、0. 1%を超えると加工性が著しく低下するため、S i = 0. 1～0. 5%とした。

3) Mn : 0. 2～1. 1重量%

Mnは鋼の焼入れ性に効果のある元素であるが、0. 2%未満では焼入れ性が不足し、1. 1%を超えると加工性が低下するため、Mn = 0. 2～1. 1%とした。

4) Cr : 0. 3～1. 6重量%

Crは焼入れ性を向上させ且つ炭化物球状化を促進させる元素であり、少なくとも0. 3%以上を含有せざる必要があるが、1. 6%を超えて含有せざると、炭化物が粗大化して平均結晶粒が大きくなり、また被削性を劣化させる場合があるので、Cr = 0. 3～1. 6%とした。

5) P : 150 ppm以下

Pは結晶粒界に偏析しやすい元素であるため、塑性を低下させたり割れの起点になりやすく、その上限を0. 015%とした。

6) S : 50 ppm以下

Sは被削性を向上させる元素であるが、Mnと結合して転がり寿命を低下させる硫化物介在物を形成しやすい。また、結晶粒界と粒内とに区別なくランダムに析出する傾向があり、凝固偏析の原因となりやすく割れの起点になりやすいため、その上限を0. 005%とした。

7) O : 15 ppm以下

酸素は鋼中ににおいて酸化物系の介在物を生成し転がり寿命を低下させる元素であるので、その上限を0. 0015%とした。

8) その他の不可避の不純物元素

E S R法およびV A R法により再溶解された材料中には上記以外の不可避の不純物元素は実質的に含まれていないと見える。しかし、比較的はいりやすいとされる

50

5

窒素 (N) や水素 (H) などのガス成分元素は総量で 0.02 重量% (200 ppm) 以下とすることが望ましい。

9) C, P, S の偏析度;  $R_c \leq 15\%$ ,  $R_p \leq 30\%$ ,  $R_s \leq 50\%$

表2に示した寿命試験結果から、C, P, S の各成分の偏析度は  $R_c \leq 15\%$ ,  $R_p \leq 30\%$ ,  $R_s \leq 50\%$  とそれぞれ規定する。なお、偏析度は次のようにして求められる。完成品における C, P, S 成分の軌道輪中心部濃度を (C, P, S) と、その平均濃度を (C<sub>m</sub>, P<sub>m</sub>, S<sub>m</sub>) とした場合に、各成分の偏析度 (%) は下式 (1), (2), (3) で求めた数値の絶対値で与えられる。

$$[0018] R_c = (C - C_m) / C_m \quad \dots (1)$$

$$R_p = (P - P_m) / P_m \quad \dots (2)$$

$$R_s = (S - S_m) / S_m \quad \dots (3)$$

#### [0019]

【発明の実施の形態】以下、添付の図面と表を参照しながら本発明の好ましい実施の形態について説明する。図1は本発明の実施の形態の一例である転がり軸受を説明するための説明的断面図である。

【0020】図1において、符号1は、内輪回転用の深みぞエゼ軸受を示したものである。この軸受1は、外輪2がハウジング8に固定され、内輪3はシャフト7に組み込まれている。外輪2と内輪3との間に保持器5により保持された多数の転動体4が配置され、またシール6によって閉まれる空間にはEグリースが封入されている。このような軸受1においては、シャフト7の回転に伴い内輪3も回転し、その回転による振動および荷重はシャフト7から内輪3及び転動体4を介して外輪2の負荷圏に作用する。

【0021】表1に実施例1～6および比較例1～6に用いた各供試材の化学成分をそれぞれ示す。なお、表中の数値はすべて重量%である。実施例1～6および比較例1～6の寿命試験に際し、軸受外輪のみを、表1の供試材から製作した。この供試材において、冷間加工を施し、通常熱処理 (840°Cで焼入れ加熱、油冷却後、180°Cにて焼戻し) を行った。なお、外輪の表面硬さはロックウェルCスケール (HRC) 5.9～6.4、残留オーステナイト量は5～20%、軌道表面粗さは0.01～0.05 μmRaである。さらに、実施例および比較例とともに内輪及び転動体は同じ軸受鋼2種を用い、通常熱処理を施し、内輪及び転動体の表面硬さをHRC 5.9～6.4、内輪の表面粗さを0.01～0.05 μmRa、転動体の表面粗さを0.003～0.010 μmRaとした。

【0022】また、今回試験を行う軸受外輪については、完成品におけるC, P, Sの偏析度をそれぞれ求めた。ここで、C, P, S成分の軌道輪中心部濃度(C, P, S)と平均濃度(C<sub>m</sub>, P<sub>m</sub>, S<sub>m</sub>)との関係を、

$R_c = (C - C_m) / C_m$ ,  $R_p = (P - P_m) / P_m$ ,  $R_s = (S - S_m) / S_m$  の絶対値 (以下、偏析度という) とおいて、各材料を比較した。

【0023】C, P, S成分濃度の測定は次のようにして行った。完成品の軸受を軸方向に10個所切断し、その切断面にEPMMA (電子線マイクロアナライザ) を直角方向に移動させ、線分析を行い、最も濃度差のある位置の濃度を求めた。さらに平均濃度に関しては、切断した10面について任意に1断面10点ずつ合計100点における平均濃度を求めた。

【0024】次に、実施形態例の軸受と比較例の軸受との寿命試験結果について述べる。試験機としては、回転数を所定時間毎 (例えば9秒毎) に9000 rpmと18000 rpmとに切り換えるベンチ急加減速試験 (SAE テクニカルペーパー: SAE 90509 4.4記載) を用いた。また、実施例および比較例ともに試験軸受にはJIS呼び番号6303を用い、荷重条件はP (負荷荷重) / C (動定格荷重) = 0.10とし、封入グリースにはEグリースを用いた。また、試験軸受のみ、ヒータにて110°Cに加熱した。この時の軸受の計算寿命は1350時間であり、従って、試験打ち切り時間を1500時間とした。試験は各々10回ずつ行った。

【0025】表2に、実施例1～6および比較例1～6の各供試材におけるC, P, Sの各成分の偏析率と寿命試験結果を示す。この表2から明らかなように、実施例2～5の軸受寿命L<sub>w</sub>はすべて1500時間以上を超えて軌道輪に剥離を生じなかつたので、それ以後は試験を打ち切った。

【0026】また、実施例1と実施例6の軸受寿命L<sub>w</sub>に関しても、10個中2個はくりを生じたが、それぞれL<sub>w</sub>寿命が1412時間と1455時間と、設計寿命の1350時間を超えていたので、長寿命であることが確認できた。なお、実施例1および実施例6では、Pの含有量がそれぞれ0.015%、0.014%と若干高めに設定したため、マトリックス粒界にP偏析を生じやすくなつた結果、R<sub>p</sub>偏析度が3.0%程度となり、剥離を起こしたものと考えられる。

【0027】このように実施例1～6では、軸受材料をエレクトロスラグ再溶解法、真空アーケ再溶解法にて製鋼され、Pを0.015%以下、Sを0.005%以下、Oを0.0015%以下とすることにより、CやPやSなどの偏析を抑え、偏析度としてR<sub>c</sub> ≤ 15%、R<sub>p</sub> ≤ 30%、R<sub>s</sub> ≤ 50%と規定することにより、従来鋼と比較して、格段にマトリックス組織が均一となり、高振動、高荷重が作用した場合においても、この均一な組織が衝撃荷重を吸収する効果が認められた。

【0028】また、高温状態における組織変化の発生抑制においても、C偏析を抑えかつ介在物を低減することにより、組織変化を遅延させ、転がり軸受の疲労寿命に到達する時間を遅らせることができる。この結果、固定

10

20

30

40

·

50

輪の早期剥離が良好に防止され、従来に比べて大幅に軸がり寿命を延長することができた。

【0029】一方、比較例1～3においては、すべての軸受のL<sub>w</sub>寿命が計算寿命の1/4～1/5の結果となっており、剥離を生じた部位は10個中10個すべて軸受外輪であった。これは比較例1～3では、C, P, Sなどの成分偏析が3種すべてあるいは2種が規定の範囲を外れており、特にRcが19%以上、Rpが32%以上、Rsが52%以上となり、マトリックス組織が均一とならないため、短時間で剥離を生じるものである。

【0030】また、比較例4～6では、それぞれ10個中9個、9個、8個に外輪をくりを生じ、軸受のL<sub>w</sub>寿命は計算寿命約1/2程度となった。これは比較例4～6においては、C, P, S偏析度のうち少なくとも一種の偏析度が既定値より大きかったことに起因している。

【0031】比較例4の材料に関して、エレクトロスラグ再溶解法での製鋼であったが、S偏析が多くいた(Rsが51%であった)ことによりマトリックス組織の均一化が完全に図れず、またO量が0.0019%と多くなったため酸化物系介在物起点のはく離が多くなり、白色組織変化によるはく離は白色組織変化によるはく離と混在した結果。

\* 結果となった。

【0032】比較例5の材料に関しては、真空アーケ再溶解法での製鋼であったが、C偏析が若干多かった(Rcが17%であった)ことによりマトリックス組織の均一化が完全に図れなかったため、早期剥離を生じるものである。

【0033】比較例6のSUJ2EP鋼に関しては、比較例1～2と比較して酸化物系介在物が少ないので、従来鋼より3倍程度長くなつたが、若干P偏析が多かったこと(Rpが33%であった)に起因して実施例1～6と比較してみるとその効果は小さかった。

【0034】なお、上記の実施例1～6では、供試材料として軸受鋼の通常熱処理を行い、軸受の残留オーステナイト量を5～20%としたが、さらに軸受の残留オーステナイト量を5%以下とした寸法安定処理を施した軸受に関しても同様な効果を有する。例えば、実施例1と実施例6の各材料を用いた軸受の残留オーステナイト量を0%とすると、先のベンチ急加減速試験において1500時間に至っても剥離は生じなかつた。

【0035】

【表1】

表1 供試材の化学成分

(%)

	C	Si	Mn	Cr	P	S	O	V	Nb	偏析
実 験 例 1	0.85	0.17	1.10	0.72	0.015	0.005	0.0013	-	-	ESR材
2	0.95	0.24	0.58	1.60	0.012	0.004	0.0010	-	-	ESR材
3	1.05	0.10	0.35	1.31	0.008	0.003	0.0005	-	-	ESR材
4	0.70	0.33	0.41	0.52	0.010	0.003	0.0006	-	-	VAR材
5	0.88	0.49	0.20	1.53	0.007	0.004	0.0008	-	-	VAR材
6	1.10	0.21	0.84	0.30	0.014	0.002	0.0015	-	-	VAR材
比 較 例 1	0.98	0.28	0.31	1.36	0.022	0.009	0.0019	-	-	SUJ2
2	1.05	0.52	0.99	1.05	0.019	0.010	0.0015	-	-	SUJ3
3	0.67	0.25	0.45	3.50	0.023	0.008	0.0012	0.20	0.01	特開平5-255809
4	0.95	0.33	0.41	1.44	0.015	0.005	0.0018	-	-	ESR材
5	1.02	0.22	0.49	1.35	0.015	0.003	0.0016	-	-	VAR材
6	0.98	0.15	0.35	1.42	0.017	0.002	0.0005	-	-	SUJ2EP鋼

表 2 寿命試験結果 (Rc, Rp, Rs : %)

	Rc	Rp	Rs	$L_{10}$ 寿命(hr)	はぐりの有無
実 施 例	1 15	28	49	1412	2/10 外輪はぐり
	2 9	18	28	1500	10/10 はぐり無し
	3 4	9	15	1500	10/10 はぐり無し
	4 8	15	12	1500	10/10 はぐり無し
	5 3	19	29	1500	10/10 はぐり無し
	6 14	30	16	1455	2/10 外輪はぐり
比 較 例	1 19	32	52	267	10/10 外輪はぐり
	2 20	33	48	283	10/10 外輪はぐり
	3 19	29	53	321	10/10 外輪はぐり
	4 15	28	51	602	9/10 外輪はぐり
	5 17	29	47	643	9/10 外輪はぐり
	6 15	33	25	671	8/10 外輪はぐり

## 【0037】

【発明の効果】本発明によれば、少なくとも固定輪を、P: 150 ppm以下、S: 50 ppm以下、O: 15 ppm以下を含む軸受用鋼をエレクトロスラグ再溶解法または真空アーケ再溶解法により製造することにより、C, P, Sなどの成分偏析を低減し、かつ、硫化物や酸化物などの非金属介在物を低減し、偏析度 (Rc, Rp, Rs) をある規定範囲内に収めることができ、マトリックス組織の均一化を図ることができる。

【0038】このようなC, P, S偏析の少ない均一な組織によって高荷重、高振動を緩和し、転がり疲労中の白色組織変化を遅延させ、かつ、高温状態における組織変化の促進要因となりうるC偏析を抑制することにより、転がり軸受の疲労寿命に到達する時間を遅らせることができる。この結果、エンジン補機用転がり軸受におよび

\*ける固定輪の早期剥離が良好に防止され、従来に比べて大幅に転がり寿命を延長することができる。

## 【図面の簡単な説明】

20 【図1】エンジン補機用転がり軸受の一例を示す断面図である。

## 【符号の説明】

1…転がり軸受、

2…外輪(固定輪)、

3…内輪(回転輪)、

4…転動体、

5…保持器、

6…シール、

7…シャフト、

8…ハウジング、

9…加速度ピックアップ。

【図1】

